

水素原子のスペクトル（ボーアの理論）

原子は固有の波長の光を出している！ プリズムで光を分ける！（教科書カラーページ参照）

ナトリウム原子は「橙色」の光を出す。 → 高速道路のトンネル内の照明ランプなど

ネオン原子は「赤色」の光を出す。 → 三宮のネオンサインなど

水銀原子は「緑っぽい色」を出す。 → 公園などの庭園灯（植物が美しく見える）など

原子が固有の波長の光を出すことを利用して、元素分析に利用されている。

原子発光スペクトル分析、原子発光・吸光スペクトル分析（「炎色反応」はこの原理だ！）

- 利用分野
1. 微量分析（化学分析では微量すぎて分離・濃縮しにくいので難しい）
 2. 惑星、恒星の元素分析（距離が遠すぎて材料を手にとることが出来ない）

→ 原子がどのような仕組みで光を出すのかを調べると原子の構造の秘密がわかるのではないかな？

※ **研究の常套手段** → 最初から複雑なものに取り組むのではなく、簡単なものから調べてみることに

原子でもっとも簡単な構造のもの → 陽子1個、電子1個の「水素原子」が最適だ！

バルマー¹の研究 水素原子からでる光を可視光線領域（目で見て七色に見える光の波長領域）で研究した
プリズムで光を波長の違いにより分けて調べてみる → 含まれる光の波長には次の規則性が見られる。

$$\lambda = 3.65 \times 10^{-7} \times \frac{n^2}{n^2 - 2^2} \quad n=3, 4, 5, 6, \dots$$

リュードベリ²の研究 バルマーが調べた波長を一般的な式で書き直す

$$\text{バルマー系列} \quad \frac{1}{\lambda} = R \times \left(\frac{1}{2^2} - \frac{1}{n^2} \right) \quad R=1.10 \times 10^7 [1/m], n=3, 4, 5, 6, \dots$$

したがって、式の中の 2^2 の部分が $1^2, 3^2, 4^2$ に置き換わった光が存在しても良いはずだ！

ライマン³の研究 水素原子からでる光を可視光線より波長の短い「紫外線領域」での光を調べた

$$\text{ライマン系列} \quad \frac{1}{\lambda} = R \left(\frac{1}{1^2} - \frac{1}{n^2} \right) \quad R=1.10 \times 10^7 [1/m], n \text{ は整数}$$

パッシェン⁴の研究 水素原子からでる光を可視光線より波長の長い「赤外線領域」の光を調べた

$$\text{パッシェン系列} \quad \frac{1}{\lambda} = R \left(\frac{1}{3^2} - \frac{1}{n^2} \right) \quad R=1.10 \times 10^7 [1/m], n \text{ は整数}$$

実験を積み重ねて分かったこと

バルマー、ライマン、パッシェンの研究を総合してみると、すべてが一つの式に統合された。

$$\text{統合された式} \quad \frac{1}{\lambda} = R \left(\frac{1}{m^2} - \frac{1}{n^2} \right) \quad \text{リュードベリ定数 } R=1.10 \times 10^7 [1/m], m, n \text{ は整数}$$

ただし、ライマン系列は $m=1$ 、バルマー系列は $m=2$ 、パッシェン系列は $m=3$ に相当

このような関係式が見られる理由の解明が原子の秘密を解き明かす糸口になる

→ 現代物理学の新しい幕開け（古い「ニュートンの物理学」から新しい「量子力学」への扉が開ける）

¹ バルマー 1884年、スイス、水素原子スペクトルの可視光線領域のバルマー系列を発見

² リュードベリ 1890年、スウェーデン、水素原子スペクトルの一般公式を完成

³ ライマン 1906年、水素原子スペクトルの紫外線領域のライマン系列を発見

⁴ パッシェン 1906年、水素原子スペクトルの赤外線領域のパッシェン系列を発見